

地下室混凝土结构裂缝分析及渗漏处理

廖志坚

深圳市天健建工有限公司

摘要：本文以汤坑小学学位扩建项目为例，该项目于深圳市坪山区，1栋A座、B座、C座、D座采用天然地基+平面筏板基础，筏板厚800mm。传统的地下室渗漏主要有混凝土材料、抗渗外加剂、混凝土养护、防水施工、管道安装、螺杆洞、消防水池、穿墙洞口封堵等施工设计原因，一般采取补漏的方式处理质量缺陷。本文从施工、材料、设计等多重原因来分析混凝土结构产生的裂缝原因，进而提出优化设计施工，减少结构裂缝，满足结构耐久性要求进行论述。

关键词：裂缝；特征；渗漏处理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.17.031

一、主体工程

主体结构综合楼基础柱、剪力墙，混凝土强度等级均为C40，梁楼板的混凝土等级为C30；地下室剪力墙厚为300mm，电梯井墙厚为300mm，混凝土等级为C40P8。地下室底板和外墙存在渗漏点及不规则裂缝，地下室顶板在混凝土不同标号的梁板与柱交接位置也存在不规则裂缝，核心筒电梯井位置梁板同时存在不规则裂缝。

二、裂缝分析缘由

（一）材料选择与配置

材料原因导致混凝土裂缝的情况分析：水泥、骨料集配、配合比和砂四种材料是导致混凝土开裂的重要材料因素。

1. 水泥：

水泥安定性不良：例如，游离氧化钙或游离氧化镁都是经高温烧成的晶体颗粒，熟化很慢，在水泥硬化后才进行熟化，这会引起周围水泥石固相体积膨胀，使水泥石开裂。

水泥颗粒级配不佳：1~3 μ m的颗粒含量过高会增加需水量，降低浇筑性能，增大水化热和收缩率，从而可能导致早期开裂。水泥本身的其他质量问题：如出厂时强度不足、受潮或过期，都可能导致混凝土强度不足，从而引发开裂。

2. 骨料：

骨料质量差：例如，骨料中云母含量高含泥量太大都会降低水泥与骨料的黏结力，降低混凝土强度。骨料中含有的化学物质：如硫化物可与水泥中的铝酸三钙发生化学反应，导致体积膨胀和开裂。骨料级配不良：如果骨料颗粒级配不良或采取不恰当的间断级配，容易导致混凝土收缩增大，从而引发裂缝。

3. 配合比：

混凝土配合比不合理：例如，水灰比过大或过小，都可能导致混凝土强度不足，易于开裂。

配合比中砂的含量不当：砂的过多或过少都会影响

混凝土的工作性和强度，进而可能导致裂缝产生。

4. 砂：

砂的质量不佳或含泥量过大，均会增加混凝土的收缩，从而可能引发裂缝。在施工过程中，应严格控制这些材料的质量和技术指标，确保混凝土的质量和耐久性。

5. 混凝土外加剂

例如减水剂、缓凝剂、抗冻剂等都会导致混凝土性能的改变进而影响混凝土构件收缩产生裂缝。

此外，水灰比和坍落度过大、矿物掺合料等原因也可能导致混凝土裂缝。在配置混凝土时，应选择合格的材料，并合理控制各种材料的用量和比例，以减少混凝土裂缝的产生。

（二）混凝土构件裂缝施工原因分析

混凝土梁、板受力构件在混凝土浇筑完成后出现裂缝是质量通病范畴，混凝土的搅拌、浇筑、初凝、终凝本身就是物理-化学反应过程，梁、板、剪力墙构件裂缝产生具体原因具有多样性、复杂性、多重原因叠加性，以下是导致混凝土构件裂缝工作经验总结：

（1）施工材料不合格

原材料性能的优劣是混凝土构件质量的保证。如果使用的水泥、粗细骨料、外加剂等原材料质量不符合标准或者砂子氯离子含量较大，对混凝土耐久性产生消极影响，进而在使用过程中产生结构裂缝。

（2）配合比设计不当

混凝土配合比根据强度等级，在实验室进行试验调配，科学合理的配合比能够有效减少水化热影响，从而降低混凝土产生收缩、变形裂缝的数量。

（3）施工温度控制差

施工过程中对温度的控制也是关键。过高的温度会导致混凝土内部应力增大，进而产生裂缝。反之，如果温度过低，混凝土的硬化过程会受到影响，也可能导致裂缝的产生。

（4）养护措施不到位

混凝土浇筑后，正确的养护措施对于防止裂缝至关重要。如果养护措施不到位，如过早拆模、浇水不足等，都会使混凝土失水过快，产生收缩裂缝。

（5）施工操作不规范

施工过程中的不规范操作，如搅拌不均匀、浇筑过快、漏振等，导致混凝土内部不密实，进而引发裂缝。

（6）结构设计不合理

结构设计合理，充分考虑到混凝土温度应力及水化热导致的截面收缩，布局合理结构尺寸，科学设置抗裂钢筋，能有效降低裂缝产生。如果结构设计不科学，例如截面尺寸突变、配筋不足等，都会增加混凝土构件的

应力集中，导致裂缝的产生。

(7) 外力作用影响

在施工过程中，外部荷载在混凝土没有强度的时候施加也会增加裂缝。如模板支撑不稳、过早拆除支撑钢管、施工荷载过大、浇筑完混凝土刚刚初凝就集中上楼板材料荷载等，外力荷载对裂缝影响不容忽视。

(8) 环境因素作用

环境因素如温度变化、昼夜温差较大、气温过低等都会导致裂缝的产生。特别是在一些恶劣环境下，如高温、干燥、盐雾等，混凝土构件更容易出现裂缝。

(三) 其他项目施工经验分析

(1) 现场施工采用了墙柱及梁板一起浇筑的施工工艺，混凝土浇筑顺序为先墙柱，后梁板，混凝土供应不及时时容易产生冷缝，但二次振捣及拖平板后基本可以消除。

(2) 裂缝产生后现场观察及同行业人士沟通后，我们预判认为有以下几方面原因：

1) 春节前因水泥供应问题存在混凝土质量不稳定的现象；

2) 年前几次混凝土浇筑正好赶上天气降温；

3) 采用新型平板振动器，认为其振动力度不够，重新更换老式的平板振捣器；

4) 例如C60墙柱混凝土浇筑到顶后方浇筑C30梁板混凝土，两种混凝土存在施工冷缝及收缩不均匀现象；

5) 采取了更换平板振动器后，板面裂缝已经消除，但核心筒部位裂缝依然存在，初步认为核心筒刚度大而板面刚度小而产生变形不均匀形成裂缝。

三、地下室裂缝渗漏处理措施

(一) 检测与评估

地下室裂缝渗漏处理的首要步骤是对地下室进行全面的检测与评估。这一步骤的目的是确定裂缝的位置、大小、深度和渗漏的严重程度。通过专业的检测设备和方法，如红外线检测、超声波检测等，可以准确地找到裂缝的位置，并评估其对地下室结构和安全的影响。

(二) 裂缝修补

根据检测与评估的结果，对裂缝进行修补。修补材料应具有良好的黏结性、耐水性和耐久性。对于混凝土梁板、墙体构件常规的修补堵漏材料环氧树脂、聚氨酯等。使用过程中，确定修补范围及裂缝是否为贯通裂缝，要确保修补材料与基材充分接触和黏结，以确保修补效果。

(三) 防水层加固

地下室防水层的加固是防止裂缝渗漏的重要措施。加固防水层可以采用增强材料，材料为正规厂家或品牌库产品，使用前提前做好原材送检工作并取得检测报告合格证明。加固后的防水层应具有更好的抗渗性和耐久性。

(四) 排水系统优化

优化排水系统是减少地下室渗漏的有效手段。可以通过增加排水口、调整排水管道布局、清理排水管道等方式来优化排水系统。同时，要确保排水系统畅通无

阻，以防止因排水不畅导致地下室渗漏。

(五) 防水材料应用

选择合适的防水材料是防止地下室渗漏的关键。防水材料应具有良好的抗渗性、耐水性、耐久性和环保性。市面上常规的防水材料有聚合物防水涂料、粘贴或热熔防水卷材等。现场实用防水材料前，应先做样板，要按照产品说明书和规范进行操作，确保防水效果。

(六) 维护保养

定期对地下室进行维护保养是防止裂缝渗漏的重要措施。维护保养包括清理地下室内部和外部的杂物、检查排水系统是否畅通、检查防水层是否完好等。发现问题要及时处理，避免问题恶化导致渗漏。

(七) 预防措施

减少地下室构件裂缝的数量主要包括加强地下室结构设计、提高施工质量、加强维护保养等。优化设计方案及施工方案过程中，要充分考虑防水要求，采用合理的结构设计和防水措施。同时，要加强对地下室的日常维护保养，及时发现并处理潜在问题。

(八) 安全检测与监控

为确保地下室的安全使用，应定期进行安全检测与监控。安全检测包括对地下室结构、防水层、排水系统等进行全面检查，发现问题及时处理。监控则是指通过安装监控设备，实时监测地下室的湿度、水位等参数，以便根据现场实际情况调整优化设计施工方案。

(九) 迎水面处理

针对外墙迎水面渗漏部位附加一道2.0厚聚氨酯防水涂料，依据最优化的设计方案，进行大面积外墙涂抹2.0厚聚氨酯防水涂料。做好暗沟、明沟排水措施，减少地上部分的积水区域，区域划分定人、定责、定岗检查及落实积水的抽排工作，确保未来得及施工区域不产生积水，进而减少地下室渗水概率。

(十) 背水面裂缝处理

地下室外墙混凝土构件大于0.20mm的裂缝，和已发生渗漏部位的裂缝，进行高压注浆法处理，注胶材料采用环氧树脂注浆液；对于其他部位宽度大于0.2mm的裂缝，根据规范要求，需对其表面进行封闭处理，采用金汤水不漏进行封堵。

(十一) 底板后浇带渗水处理

在距后浇带两边1m处设5cm高砂浆挡坎挡水，挡坎内侧用金汤水不漏封堵密实，将挡坎内的积水清扫干净，再洒上水泥粉，找出渗水点，采用注浆法或金汤水不漏封堵法进行封堵。

通过上述措施，可以有效地处理地下室裂缝渗漏问题，确保地下室的安全和正常使用。同时，也需要在日常使用中加强维护保养和预防措施的实施，避免类似问题的再次发生。

四、不同裂缝宽度处理

通过增加论证，专家意见认为该裂缝为不影响结构安全的混凝土收缩性裂缝，提出小于0.3MM裂缝采用剔槽并用防水砂浆封闭即可；大于0.3MM裂缝采用结构注浆处理。并对设计优化和工艺优化均提出了具体要求。

混凝土裂缝的处理方式会因裂缝宽度的不同而有所差异，以下是一些常见的处理方法：

1. 裂缝宽度小于0.3mm处理：这种裂缝的深度通常较浅，可以采用表面处理法，如表面涂抹或表面贴补法。涂抹的材料可以选择环氧树脂浆液、水泥净浆等，涂抹后需要进行压光处理。

2. 裂缝宽度大于0.3mm的处理：这种裂缝较宽，可以采用填充法，用修补材料直接填充裂缝。填充材料可以选择水泥砂浆、环氧胶泥等，填充后需要进行压实处理。

3. 裂缝宽度较大或裂缝数量较多时：可以采用灌浆法。灌浆材料可以选择水泥砂浆、环氧树脂浆液等，灌浆过程中需要确保灌浆饱满、无空洞。

4. 影响结构强度的裂缝：这种方法通常需要对裂缝进行加固处理，如增加钢筋、钢板等。

需要注意的是，裂缝处理前应先进行裂缝检测与评估，确定裂缝的位置、宽度、深度等参数，以便选择合适的处理方法。同时，裂缝处理后也需要进行定期的检查和维护保养，确保处理效果持久有效。

五、注浆法施工关键步骤

注浆技术是一种广泛应用于土木工程中的地基加固和防渗处理技术。注浆施工的成功与否，直接关系到工程质量、安全以及使用寿命。以下是注浆施工过程中的关键要点。

（一）材料选择与准备

注浆材料的选择至关重要，它直接决定了注浆效果的好坏。应根据工程的详勘报告、地质土层、注浆目的和要求，合理的选择堵漏注浆材料。同时，材料的质量也应得到严格保证，避免因材料问题导致注浆效果不佳。

（二）注浆设备与布置

注浆设备的选择和布置对于注浆效果具有重要影响。应根据注浆孔的深度、孔径以及注浆材料的性质，选择适当的注浆设备。设备的布置应合理，确保注浆过程中的稳定性和连续性。

（三）注浆孔设计与施工

注浆孔的设计是注浆施工的基础。应根据工程的地质条件和注浆要求，合理设计注浆孔的位置、深度、孔径和间距。在施工过程中，应严格按照设计要求进行注浆孔的施工，确保注浆孔的质量。

（四）注浆参数控制

注浆参数的控制对于注浆效果至关重要。注浆压力、注浆速度、注浆量等参数应根据实际情况进行调整，确保注浆效果达到最佳。同时，注浆过程中应对参数进行实时监控，及时调整，避免出现问题。

（五）注浆过程监控

注浆过程的监控是确保注浆质量的重要手段。应通过注浆压力、注浆速度、注浆量等参数的实时监测，及时发现并处理注浆过程中的问题。需要定期对注浆效果进行回头看检测复核，确保注浆质量。

（六）质量检测与评估

注浆施工完成后，应进行质量检测与评估。通过对注浆体的强度、渗透性、变形等性能的检测，评估注浆效果是否满足设计要求。如发现问题，应及时进行处理，确保工程质量。

（七）安全措施与防护

注浆施工过程中，应采取必要的安全措施和防护措施。施工人员应佩戴好防护用品，确保施工安全。同时，注浆设备的操作和维护也应按照相关规定进行，避免因设备问题导致安全事故。

（八）环境影响控制

注浆施工可能对周围环境产生一定影响，如注浆浆液的泄漏、噪音和振动等。因此，在施工过程中应采取必要的控制措施，减少对周围环境的影响。同时，还应对注浆浆液的处理和排放进行规范，避免对环境造成污染。

注浆施工过程中的材料选择与准备、注浆设备与布置、注浆孔设计与施工、注浆参数控制、注浆过程监控、质量检测与评估、安全措施与防护以及环境影响控制等方面都是关键要点。只有严格把握这些要点，才能确保注浆施工的质量和效果。

结语

经济效益：在施工和设计阶段优化钢筋配置，减少混凝土构件出现裂缝的概率，缩小维修范围，节约成本。施工过程增加工艺补漏，基本杜绝地下室底板、外墙渗漏问题。初步核算，通过施工设计阶段优化钢筋配置、养护、材料监督等，再通过施工阶段进行常规堵漏施工，能够有限降低地下室渗漏点30%，节约成本约10万元左右。

社会效益：此施工方法施工减少了维修阶段投诉。因该做法提前在设计阶段考虑了结构裂缝减少措施，对工程质量又多一层保障，渗漏问题大幅度减少，获得业主一致好评。同时缩短了维修补漏时间，为竣工初验提前交付使用提供保障。

参考文献

- [1] 甘超, 陈滔, 李正义, 等. 建筑工程地下室底板大体积混凝土施工关键技术[J]. 建筑技术开发. 2021, (19).
- [2] 叶建, 夏睿, 魏恒, 等. 地下室中部超重钢骨柱滑移法吊装技术研究[J]. 施工技术. 2021, 50 (18).
- [3] 侯兴宝. 超长结构地下室施工阶段抗浮技术措施的分析与探讨[J]. 建材发展导向(下). 2021, 19 (12).
- [4] 孙明辉. 建筑工程地下室防水施工技术分析[J]. 技术与市场. 2021, 28 (12).
- [5] 吕正良. 地下室顶板沉降后浇带提前封闭施工技术探究[J]. 房地产世界. 2021, (11). 69-71.

作者简介：廖志坚（1980-），性别：男，民族：汉，籍贯：湖南，职称：中级，学历：本科，研究方向：建筑施工，工作单位：深圳市天健建工有限公司。